

DRIJFMESTGIFTEN OP SNIJMAISPERCELEN (ZANDGROND)
EN DE UITSPOELINGSVERLIEZEN NAAR HET GRONDWATER

ing. H.P. Oosterom
ir. J.H.A.M. Steenvoorden

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. TOEVOER VOEDINGSSTOFFEN VIA BEMESTING	2
3. OPNAME VOEDINGSSTOFFEN DOOR GEWAS	4
4. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	6
4.1. Bemonstering	6
4.2. Berekening grondwatervoeding	8
4.3. Uitspoeling mineralen	9
5. RESULTATEN EN DISCUSSIE	9
5.1. Nitraatuitspoeling	10
5.2. Overige zouten	16
6. SAMENVATTING	22
LITERATUUR	26
BIJLAGEN	27

1. INLEIDING

Door intensivering van de veehouderij worden regionaal meer meststoffen geproduceerd dan nodig is voor de minerale behoefte van gewassen. Een veel voorkomend gewas in overschotgebieden is snijmais. Enerzijds ondervindt snijmais niet snel nadelige gevolgen van dosering met drijfmest, anderzijds leent het zich goed voor voederwinning.

Op het ROC Cranendonck te Maarheeze (N.Br.) is een proef aangelegd met oplopende drijfmestgiftten, te beginnen bij 50 m^3 en vervolgens oplopend met 50 m^3 naar 300 m^3 runderdrijfmest per ha. De bodem is geclassificeerd als een enkeerdgrond met een humeus dek van circa 70 cm, een gemiddeld org. stof gehalte van 2,9% en een lutum gehalte van 4%. De pH-KCl ligt tussen de 4,5 à 5. Op basis van de aanwezige reductie- en oxidatievlekken in het profiel is de gemiddeld hoogste grondwaterstand vastgesteld op 90 cm-mv. De proefveldjes liggen in de lengterichting op een hellend vlak, waarvan de helling niet groter is dan 1%.

Het onderzoek is uitgevoerd door diverse diensten, te weten: PR, PAGV, IB en ICW. Het PR onderzocht de kwaliteit van snijmais als veevoer. Het IB ging de opéénhoping na van mineralen in de bodem en het ICW de verliezen naar het grondwater. Sinds 1973 wordt jaarlijks runderdrijfmest als bemesting gebruikt met als monocultuur het gewas snijmais. Runderdrijfmest bevat bij een droge stofgehalte van 9,5% per 100 m^3 circa 440 kg N, 90 kg P, 415 kg K, 145 kg Ca, 60 kg Mg, 300 kg Cl, 75 kg Na en 70 kg S. Van de totaal-stikstof is 50% als minerale stikstof aanwezig. De onttrekking bij de teelt van snijmais met een opbrengst van 15 ton d.s./ha is als volgt: 230 kg N, 60 kg P, 335 kg K, 25 kg Ca, 25 kg Mg (DE LA LANDE CREMER, 1981). Bij een gift van circa 100 m^3 r.d.m. met de vermelde samenstelling wordt aan de behoefte van het gewas voldaan. Naast de hoeveelheid minerale stikstof die direct beschikbaar is, komt er het eerste jaar nog 110 kg vrij door mineralisatie van org. stof in de mest, waarvan

60 à 70% tijdens het groeiseizoen van de snijmais. Totaal is het N-aanbod uit de mest dus circa 295 kg N. Inclusief de minerale stikstof die vrijkomt uit de humus, wordt hiermee voldoende gegeven voor de gewasopname en ter compensatie van denitrificatieverliezen. Ook van de overige voedingsstoffen wordt bij hogere giften van alle elementen te veel toegediend (CAD VOOR BODEMAANGELEGENHEDEN IN DE LANDBOUW, 1983). In deze nota zal de nadruk liggen op de gevolgen van de drijfmestgift voor de kwaliteit van het bovenste grondwater.

2. TOEVOER VOEDINGSTOFFEN VIA BEMESTING

De proefvelden zijn elk jaar volgens een bepaald vast schema bemest (tabel 1). Na de verschillende bemestingen zijn de volgende grondbewerkingen uitgevoerd: in december is de grond open getrokken met de cultivator, in februari is geploegd en in april ging men nogmaals met de cultivator erdoor heen.

Tabel 1. Bemestingsschema van het proefveld Cranendonck

Proefveld	Drijfmestgift (m^3/ha)		
	december	februari	april
50* m^3/ha	-	-	50
100 m^3/ha	-	50	50
150 m^3/ha	-	100	50
200 m^3/ha	50	100	50
250 m^3/ha	100	100	50
300 m^3/ha	150	100	50

*Het object 50 m^3/ha heeft tot 1980 een aanvullende kunstmestgift (kalkammon) ontvangen van 100 kg N/ha

De samenstelling van de drijfmest verschilt per gift en ook per jaar, hetgeen blijkt uit de analyses, vermeld in bijlage 1. Het kan dan ook voorkomen dat in een seizoen per object de bemesting niet voor alle elementen rechtevenredig is met de mestgift. De afwijkingen van de belangrijkste voedingsstoffen (N, P en K) zijn van jaar tot jaar doorgaans minder dan 10% van het gemiddelde. Voor stikstof staan de jaarlijkse giften vermeld in tabel 2. De giften aan calcium, magnesium, natrium en chloride via drijfmesttoediening vertonen een zeer sterke spreiding van 25 à 50%. Bij de behandeling van de uitspoelingsresultaten zal hierop worden teruggekomen.

Tabel 2. Totaal-stikstof (kg N/ha/jaar) via runderdrijfmest (rdm) tijdens winterperioden, voorafgaande aan het groeiseizoen van genoemd jaar bij de verschillende objecten

Dosering (rdm, m ³ /ha/jaar)	50	100	150	200	250	300
jaar 1973	220	430	650	955	1260	1565
1974	230	480	710	905	1100	1295
1975	260	515	775	1025	1275	1525
1976	249	489	734	975	1220	1465
1977	255	520	790	1080	1355	1630
1978	285	545	815	905	1395	1885
1979	265	535	800	1020	1240	1460
1980	250	505	755	1010	1265	1520
1981	270	520	785	1035	1290	1545
Gemiddeld	253	504	757	990	1267	1543

3. OPNAME VOEDINGSSTOFFEN DOOR GEWAS

Reeds in de inleiding is genoemd dat bij een zeer goede opbrengst van 15 ton d.s./ha de opname aan stikstof circa 230 kg N bedraagt. Deze opbrengsten worden verkregen bij een rdm-gift van circa 250 m³/ha (tabel 3). Grotere giften geven echter een opbrengstderving. De opname van stikstof varieert van 14,1 kg N/ton d.s. bij lage giften tot 16,3 kg N/ton d.s. bij zware giften, hetgeen wijst op een lichte luxe-consumptie. Ook van jaar tot jaar kan de stikstofopname per hectare sterk variëren, hetgeen direct gekoppeld is aan de opbrengst (afwijking \pm 20% van het gemiddelde). De opbrengst staat sterk onder invloed van de weersomstandigheden tijdens de groei (DE LA LANDE CREMER, 1981).

Tabel 3. Snijmaisopbrengst (ton d.s./ha) en stikstofopname (kg N/ha) berekend uit het eiwit- en nitraatgehalte per seizoen (ruw-eiwit bevat 16% N)

Object	50			100			150			200			250			300		
	ds ¹⁾	e-N ²⁾	NO ₃ ⁻ -N ³⁾	ds	e-N	NO ₃ ⁻ -N	ds	e-N	NO ₃ ⁻ -N	ds	e-N	NO ₃ ⁻ -N	ds	e-N	NO ₃ ⁻ -N	ds	e-N	NO ₃ ⁻ -N
1974	13,1	178	11,1	13,2	177	15,8	13,6	181	11,6	13,7	189	12,3	14,1	196	14,3	14,1	196	18,2
1975	15,2	185	13,2	15,6	195	12,6	15,8	207	14,2	16,2	210	15,6	16,7	219	15,4	16,5	230	20,1
1976	8,7	138	2,2	8,8	153	5,7	9,5	169	9,2	10,0	182	12,4	10,2	170	17,6	9,4	182	20,1
1977	11,9	156	3,8	12,4	159	2,6	13,4	172	4,3	13,7	184	9,5	14,0	197	10,3	14,3	194	16,4
1978	10,4	125	6,2	10,4	130	6,2	11,5	147	11,4	12,3	171	17,8	12,3	181	20,4	12,1	188	24,5
1979	9,1	99	3,8	10,6	129	7,3	11,6	141	13,6	12,3	159	15,3	12,4	167	17,4	11,7	176	17,8
1980	10,6	124	1,0	12,6	165	3,5	14,1	196	6,4	14,2	202	8,8	14,7	209	10,1	15,2	204	17,5
1981	11,3	150	4,7	13,1	178	10,8	14,4	200	14,6	14,9	255	15,2	14,8	204	7,8	14,3	211	18,4
1982	12,0	165	3,9	13,9	198	14,7	15,2	216	22,4	15,0	235	23,4	14,9	238	27,8	14,5	239	29,7
Gemiddeld	11,4	147	5,5	12,3	165	8,8	13,2	181	12,0	13,6	199	14,5	13,8	198	15,7	13,6	202	20,3
Totaal-N	153			173			193			214			214			222		

1) ton ds/ha

2) eiwit-N kg N/ha

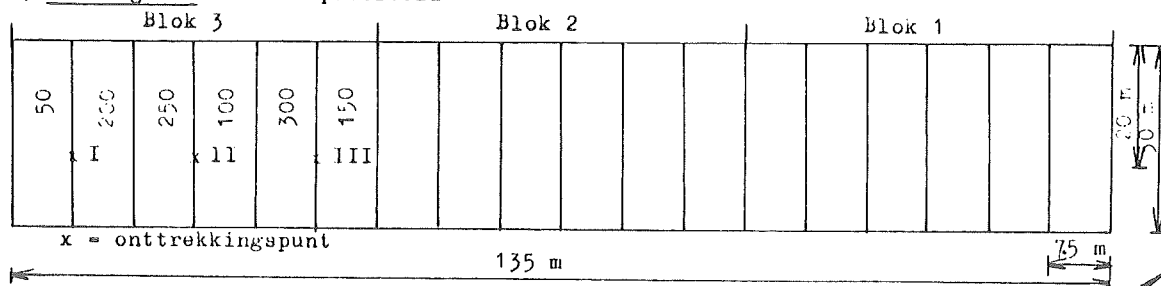
3) nitraat-N kg N/ha

4. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

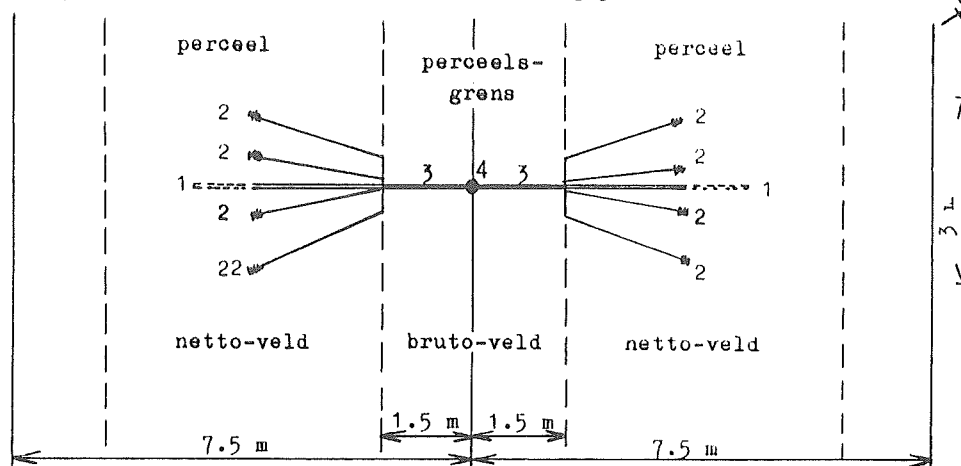
4.1. B e m o n s t e r i n g

Uit de aanwezige drijfmestobjecten op Cranendonck, bestaande uit 3 herhalingen is een keuze gemaakt voor het uitspoelingsonderzoek. De onderzoeksveldjes gelegen binnen blok 3. (figuur 1a) vertoonden een vrij uniforme bodemopbouw. Onder elk veldje is een permanente voorziening aangebracht om een regelmatige bemonstering van het grondwater mogelijk te maken. Op een diepte van 1 m-mv bevinden zich per veldje 4 keramische zuigkaarsen (figuur 1b en 1c). De zuig- of filterkaarsen (lengte 10 cm, diameter 2 cm) zijn via een nylonslangetje verbonden met een erlemeyer of fles. Door onder druk aan te brengen, wordt het grondwater aangezogen en in de fles verzameld (figuur 2).

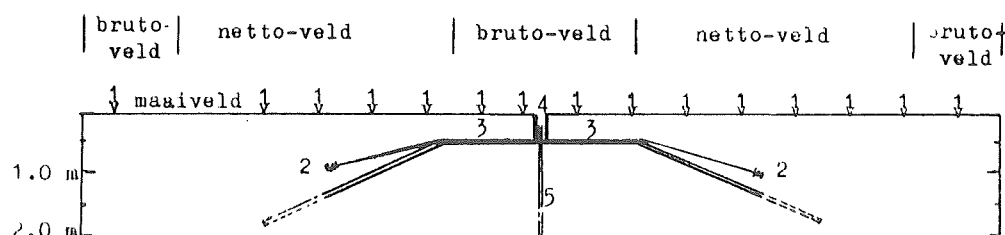
a) Plattegrond van het proefveld



b) Bovenaanzicht van 2 percelen met bemonsteringsplek



c) Dwarsdoorsnede



Legenda: 1: p.v.c. buis (ϕ 3cm) met een filterlengte van 1 m. op een diepte van 1.25 - 1.75 m - mv

2: filterkaarsen (lengte: 10cm, ϕ : 19 mm, wanddikte: 1,5 mm, poriënwijde: 3 μ m), geïnstalleerd op 1.0 m - mv

3: geleidingsbuis voor slangetjes op een diepte van 0.5 m - mv

4: onttrekkingspunt (ϕ =20cm, h= 0.5 m)

5: buis voor grondwaterstandsmeting (lengte: 2.0 m)

I, II, III : bemonsteringsplek

50, 100, enz.: m³/ha/jaar runderdrijfmest

Fig. 1. Situatieschets van de monsterplaatsen op het proefveld 'Meerjarige runderdrijfmestgiften', ROC "Cranendonck" te Maarheeze

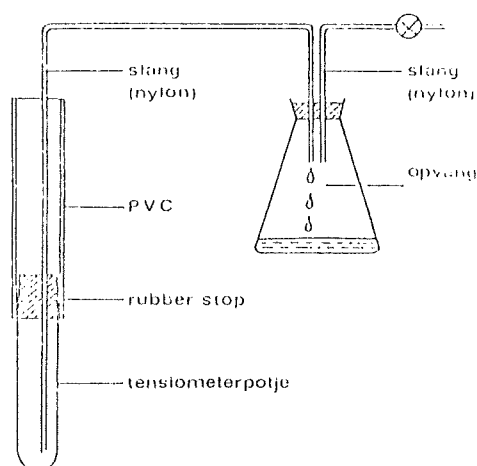


Fig. 2. Bemonsteringssysteem van het grondwater op 1,0 m-mv met behulp van keramische kaarsen (tensiometerpotje)

De bemonstering vindt tijdens een periode met neerslagoverschot circa 1 x per maand plaats. Het water dat het vlak van 1 m-mv passeert kan men als verloren beschouwen voor de gewasgroei, even als de daarin opgeloste voedingsstoffen.

4.2. B e r e k e n i n g g r o n d w a t e r v o e d i n g

Voor Cranendonck is de waterafvoer bepaald uit de ter plaatse gemeten neerslaghoeveelheden (N) en de openwaterverdamping (E_o) van het KNMI-station Gemert (bijlage 2). De werkelijke verdamping (E_r) is geschat met behulp van een correctiefactor voor de bodembedekking (f), welke varieert van 0,3 voor kale grond tot 0,8 bij volledige bedekking. Indien de bodem op veldcapaciteit en de begin- en eindgrondwaterstand over een tijdvak gelijk is, kan de grondwatervoeding (NN) als volgt worden berekend:

$$N - f \cdot E_o - \Delta V = NN \text{ (mm)}$$

waarbij: N = neerslag (mm)

$f \cdot E_o = E_r$ = werkelijke verdamping (mm)

ΔV = verandering van de vochtvoorraad in de wortelzone (mm)

NN = nuttige neerslag oftewel grondwatervoeding

Met behulp van deze gegevens is voor het bodemprofiel een waterbalans opgesteld, waarbij ervan is uitgegaan dat de maximale vochtvoorraad, die voor het gewas in het profiel aanwezig is, circa 150 mm bedraagt.

4.3. U i t s p o e l i n g m i n e r a l e n

De combinatie concentratie en grondwatervoeding geeft de mogelijkheid om de jaarlijkse uitspoeling te berekenen. In normale jaren vindt er enkel in de winterperiode uitspoeling plaats. In zomers met extreem veel neerslag, zoals in 1980, is eveneens uitspoeling geconstateerd. De relatie voor de berekening van de uitspoeling (U) is als volgt:

$$\frac{NN \text{ (mm)} \times c \text{ (mg/l)}}{100} = U \text{ (kg/ha)}$$

NN = grondwatervoeding

c = concentratie tijdens uitspoeling

U = uitspoeling

Als concentratie is in de berekeningen, het rekenkundig gemiddelde genomen van de maandelijkse bemonsteringen tijdens perioden met grondwatervoeding.

5. RESULTATEN EN DISCUSSIE

De concentraties in het grondwater, gemeten tijdens de onderzoeksperiode '77/'83 staan vermeld in de bijlagen 3 tot en met 8. Het gehalte aan nitraat, chloride en het elektrisch geleidingsvermogen staan per bemonstering genoteerd. Van enkele bemonsteringen zijn ook analyses uitgevoerd voor de bepaling van het gehalte aan calcium, magnesium, natrium, kalium en sulfaat. In de achtereenvolgende hoofdstukken zullen de resultaten worden besproken.

5.1. N i t r a a t u i t s p o e l i n g

Stikstofuitspoeling op zandgronden manifesteert zich vrijwel uitsluitend als nitraat. Andere stikstofvormen zoals ammonium en org. stikstof worden in het grondwater slechts in geringe concentraties aangetroffen en spelen bij de uitspoeling als zodanig geen rol (zie bijlage 3).

De nitraatconcentraties op een diepte van 1 m-mv zijn gemeten in perioden waarin sprake was van een neerslagoverschot. Aanvankelijk is uit deze gehalten het gewogen gemiddelde berekend naast het rekenkundig gemiddelde. Zoals de bijlagen 3 en 4 laten zien, zijn de verschillen zo gering, dat besloten is om met het rekenkundig gemiddelde te werken. De uitkomsten zijn verzameld en bijeengebracht in tabel 4.

De jaarlijkse neerslagoverschotten varieerden van 285 mm in 1981/1982 tot 415 mm in 1982/1983. De gemiddelde voeding van het grondwater bedroeg 343 mm. De berekening van deze afvoerhoeveelheden is reeds in hoofdstuk 4.2. behandeld. De grootte van het jaarlijkse neerslagoverschot beïnvloedt in belangrijke mate de nitraatuitspoeling in kg (fig. 3a.), terwijl de invloed van het neerslagoverschot op het gemiddeld nitraatgehalte van jaar tot jaar niet duidelijk tot uiting komt (fig. 3b.).

Tabel 4. Gemiddelde nitraatgehalten (mg N/l) gemeten op 1 m-mv bij een verschillend bemestingsniveau met runderdrijfnest
(het 50 m³-object is tot 1980 aangevuld met 100 kg N (kalkammon) per ha)

Uitspoelings perioden	Neerslag- overschot (mm)	Nitraatgehalten (mg N/l) bij diverse r.d.m. giften (m ³ /ha/jaar)					
		50	100	150	200	250	300
1977/1978	330	47,0	49,8	77,2	83,2	140,9	111,6
1978/1979	350	47,9	40,8	70,8	74,2	114,2	126,3
1979/1980	294	41,7	48,5	51,7	95,7	128,9	140,2
1980/1981	100 ¹⁾ +285	25,0 ²⁾ /42,5	59,2 ²⁾ /40,6	108,0 ²⁾ /78,4	122,9 ²⁾ /141,9	113,1 ²⁾ /141,6	105,3 ²⁾ /188,0
1981/1982	285	54,8	63,4	94,9	125,1	134,2	137,0
1982/1983	415	43,2	50,2	61,0	86,8	100,2	76,8
Gem. afvoer (mm)	343						
Gem. concentratie (mg N/l)		45,2	49,3	74,1	100,5	124,7	125,0
Gem. concentratie (mg Cl/l)		24	35	49	67	89	93

1) overschot in zomer van 1980

2) nitraatgehalte van zomerafvoer 1980

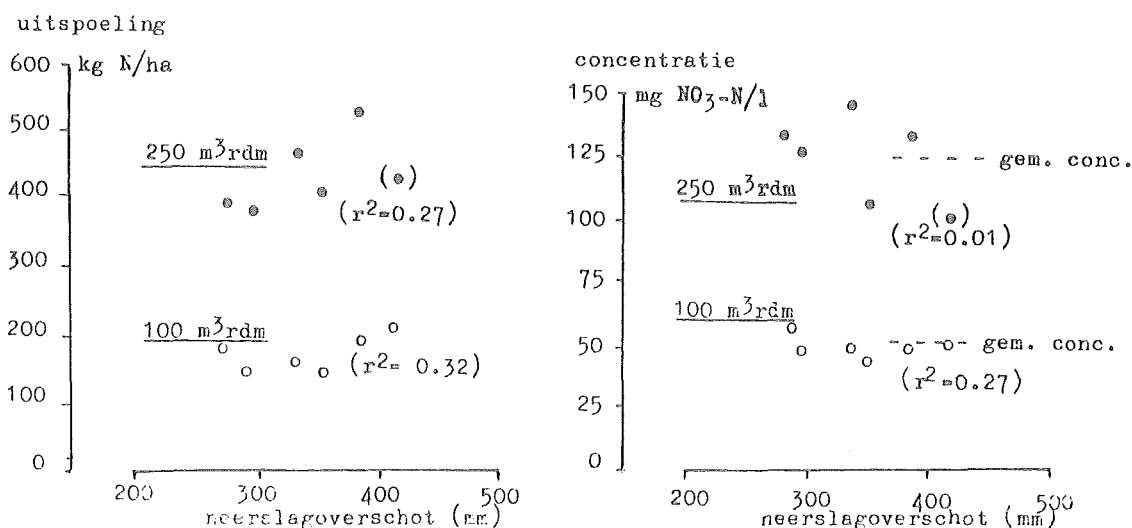


Fig. 3. Het jaarlijkse neerslagoverschot en:

A) stikstofuitspoeling (kg N/ha)

B) nitraatconcentratie (mg NO₃-N/l) in het bovenste grondwater bij een gift van 100 m³ en 250 m³ rdm/ha/jaar

(●)¹⁾ laatste meting (in najaar en winter geen rdm toegediend in tegenstelling tot voorgaande jaren)

De grootte van de drijfmestgift heeft in belangrijke mate invloed op de grootte van de uitspoeling (tabel 4, figuur 4). Per m³ rdm is de N-gift 5 kg, waarvan 1,7 kg uitspoelt (d.i. 34% van de totale N-gift). Het object 50 m³ heeft in de eerste jaren van het onderzoek een aanvullende kunstmestgift ontvangen van 100 kg N, waardoor de concentratie hoger ligt en de uitspoeling groter is, dan waarmee alleen met rdm bemest zou zijn. De uitspoeling onder het 300 m³ object valt echter lager uit dan men zou verwachten. Het geheel ligt buiten de lijn van de resultaten, afkomstig van de overige drijfmestgiften. Waardoor het relatief lage gehalte veroorzaakt wordt is niet helemaal duidelijk.

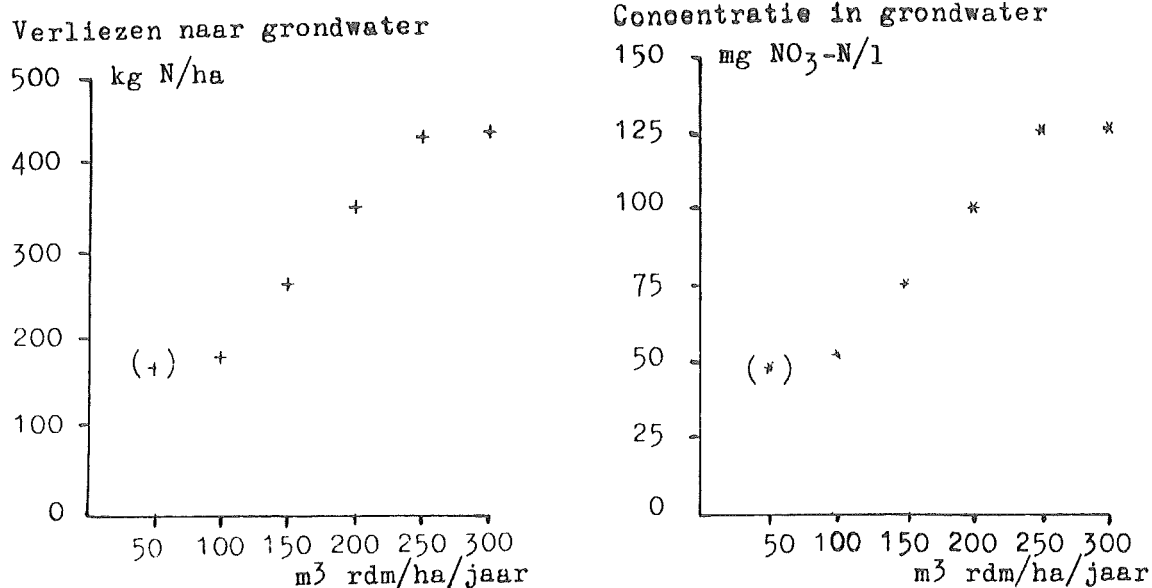


Fig. 4. De invloed van de jaarlijks terugkerende drijfmestgift op de stikstofuitspoeling bij een gemiddeld neerslagoverschot van 343 mm (1977-1983). (50 m^3 object is verhoogd door kunstmestgift)

Het meest voor de hand liggend is om de oorzaak te zoeken in de hoge drijfmestgift van $150 \text{ m}^3/\text{ha}$, die al in het najaar wordt gegeven, hetgeen mogelijk bij bepaalde weersomstandigheden een aanslag kan doen op de bodemzuurstof, waardoor denitrificatie wordt bevorderd. Tussen de objecten onderling zal ook de jaarlijkse verdamping enigszins verschillen, als gevolg van verschillen in droge stofproductie. Hierdoor worden vervolgens weer verschillen in neerslagoverschotten veroorzaakt, terwijl in tabel 4 de waterafvoer voor alle objecten gelijk is gesteld.

In het voorjaar van 1983 is een onderzoek uitgevoerd naar de uitspoeling bij de verschillende herhalingen met behulp van de boorgatenmethode. Deze methode is gebaseerd op de bemonstering van het grondwater in een aantal boorgaten, waarvan de onderzijde zich circa 1 m in het grondwater bevindt. De bovenste meter van het grondwater is nageoeg de waterdikte, die in voorgaande winterperiode is afgevoerd. De resultaten van deze bemonstering staan voor nitraat en chloride vermeld in tabel 5 (zie ook bijlage 8b). De conclusie luidt dat het uitspoelingsgedrag van het 300 m^3 object, zoals dat geconstateerd is in blok 3, zich ook herhaalt in de blokken 2 en 1.

Tabel 5. Gemiddelde nitraat-(mg N/l) en chloridegehalten (mg/l) in het percolerende bodemvocht, bemonsterd met behulp van keramische potjes op 1 m-mv (fig. 2) over de winterperiode '83/'84 en gemeten in het grondwater dat bemonsterd is via de boorgatenmethode in de blokken 1, 2 en 3 (fig. 1a) op 25 mei 1983

Plaats	Bemonsterings- methode	nitraat (mg N/l) object (m ³ /ha)				chloride (mg/l) object m ³ /ha			
		100	200	250	300	100	200	250	300
Blok 3	(potjes)	50	87	100	76	47	94	137	115
Blok 3	(boorgat)	43	102	136	122	34	91	146	122
Blok 2	(boorgat)	55	97	133	109	37	81	140	132
Blok 1	(boorgat)	40	91	113	90	51	77	86	93

Aan het eind van elke oogst en dus bij het begin van de uitspoelingsperiode is de minerale stikstof in de bodem bepaald tot op een diepte van 1 m-mv (DE LA LANDE CREMER, 1984). Op deze diepte bevinden zich eveneens de keramische potjes voor de bemonstering van het percolatiewater dat de 1 m zone verlaat. De hoeveelheid minerale stikstof in het najaar in het profiel aanwezig, is uitgezet tegen de uitspoeling in de daarop volgende uitspoelingsperiode (fig. 5). Tijdens de onderzoeksjaren ligt de uitspoeling veelal op eenzelfde niveau en in sommige gevallen iets lager dan de hoeveelheid aangetroffen minerale stikstof in het profiel. Een opmerking over de uitspoeling van de laatste periode 1982/'83 is wel op z'n plaats, aangezien er geen bemesting tijdens deze periode heeft plaatsgevonden. De uitspoeling is daardoor echter niet kenmerkend veranderd. De conclusie, die hieruit volgt luidt: dat de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem aan het begin van het groeiseizoen in hoge mate bepalend is voor de grootte van de uitspoeling, terwijl de drijfmestgiften hun invloed hebben op de volgende uitspoelingsperiodes. In de figuur staan eveneens de waarden aangegeven voor het 300 m³ object. De voorraad minerale stikstof in samenhang met de uitspoeling geeft bij dit object niet altijd de hoogste waarde aan.

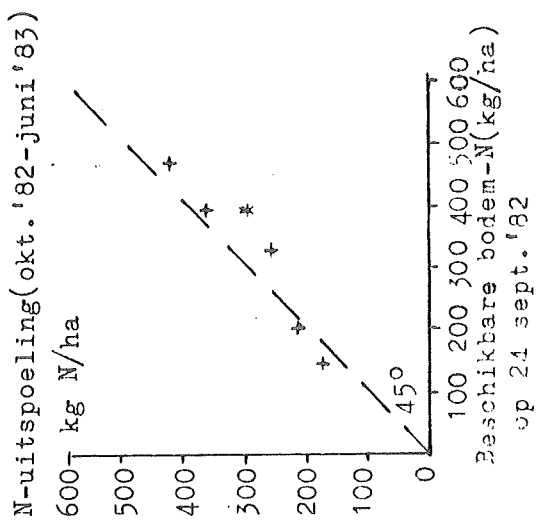
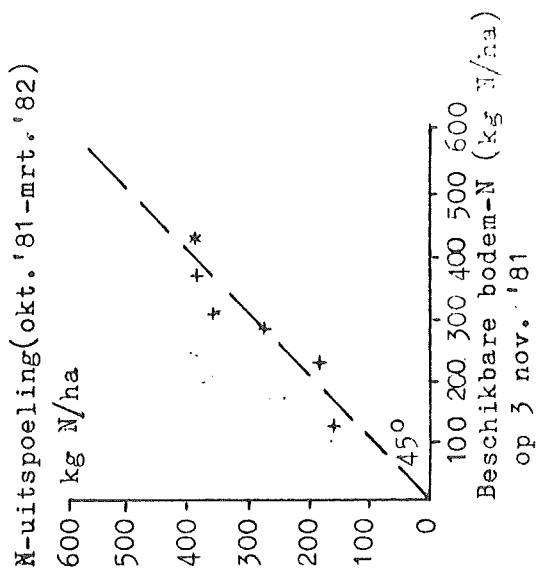
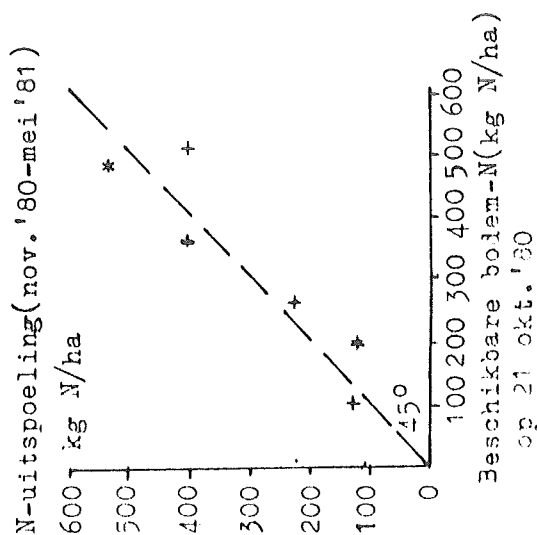
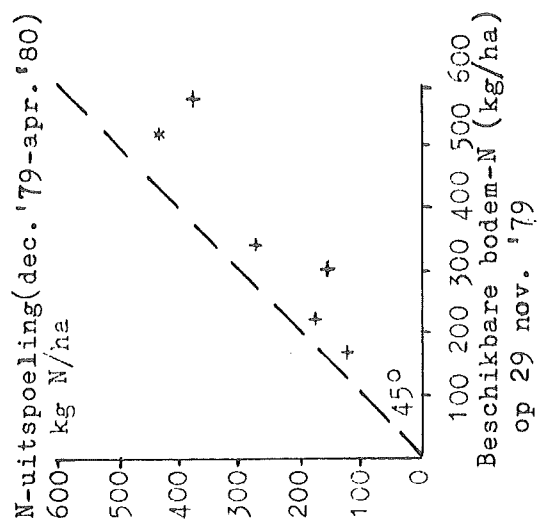
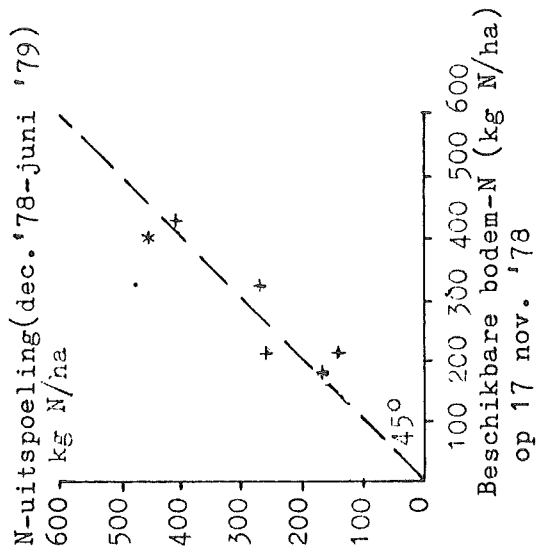
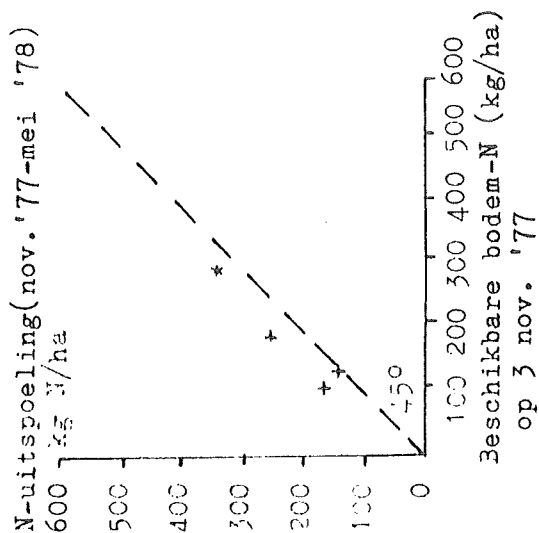


Fig. 5. Het verband tussen de mineraal bodem-N in het najaar en de uitspoeling in de daarop volgende winterperiode
(* = 300 m³ object)

5.2. Overige zouten

Met de drijfmest worden niet alleen de hoofdelementen stikstof, fosfaat en kali toegediend, maar ook landbouwkundig minder belangrijke, zoals Ca, Mg, Na, Cl, SO_4 en sporenelementen. Een te grote concentratie aan zouten in de bodem kan aanleiding geven tot verzilting, waardoor de vochtopname door de plant wordt belemmerd. In de winterperioden zal een groot deel hiervan uitspoelen. De sporenelementen worden in de bouwvoor geaccumuleerd. Bij een te hoge belasting van de bodem, kunnen vergiftigingsverschijnselen zich voordoen. Door de sterke accumulatie blijft uitspoeling alsnog achterwege.

Zouten, die in belangrijke hoeveelheden uitspoelen en in het grondwater onder de proefvelden terecht komen zijn regelmatig bepaald. Het betreft de volgende ionen:

- Ca^{2+} (calcium)
- Mg^{2+} (magnesium)
- Na^+ (natrium)
- K^+ (kalium)
- NO_3^- (nitraat)
- Cl^- (chloride)
- SO_4^{2-} (sulfaat).

Bij een toenemende drijfmestgift stijgt de toevoer van mineralen (bijlage 1). De gehalten in het gewas geven slechts een lichte stijging te zien, waardoor de grootte van de drijfmestgift een belangrijke invloed heeft op de uitspoeling (tabel 6).

Bij een gift van 100 m^3 rdm wordt aan de behoefte van alle elementaire voedingsstoffen ruimschoots voldaan. De verhouding waarin de voedingsstoffen worden aangeboden is niet dezelfde als waarin de opname plaatsvindt. Natrium is een duidelijk voorbeeld van een element waaraan het gewas zelf weinig behoefte heeft. De stikstof, die wordt toegediend bestaat voor 50% uit organisch gebonden stikstof, waarvan een gedeelte in de loop van het groeiseizoen vrijkomt voor het gewas. (Ook zullen tijdens het uitrijden reeds verliezen optreden in de vorm van vervluchtiging van bijvoorbeeld ammoniak.)

Tabel 6. Toevoer van mineralen bij een gift van 100 en 250 m³ rdm/ha en de daarmee samenhangende gewasopname (KRIST, 1983) en uitspoelingsverliezen als 6-jarig gemiddelde (in: kg/ha/jaar)

Verbindingen	rdm gift		gewasopname ¹⁾		uitspoeling	
	100 m ³	250 m ³	100 m ³	250 m ³	100 m ³	250 m ³
Ca (kg/ha/jaar)	150	350	21	23	235	525
Mg (kg/ha/jaar)	75	190	15	19	55	115
Na (kg/ha/jaar)	95	245	1	1	75	165
K (kg/ha/jaar)	495	1250	185	255	165	420
N (kg/ha/jaar)	520	1295	170	230	175	445
P (kg/ha/jaar)	90	250	20	30	0,1	0,1
Cl (kg/ha/jaar)	205	530	30	40	115	280
SO ₄ (kg/ha/jaar)	230	570	50 ²⁾	60 ²⁾	365	605

1) gem. droge stofopbrengst object 100 m³ 12 ton/ha
250 m³ 14 ton/ha

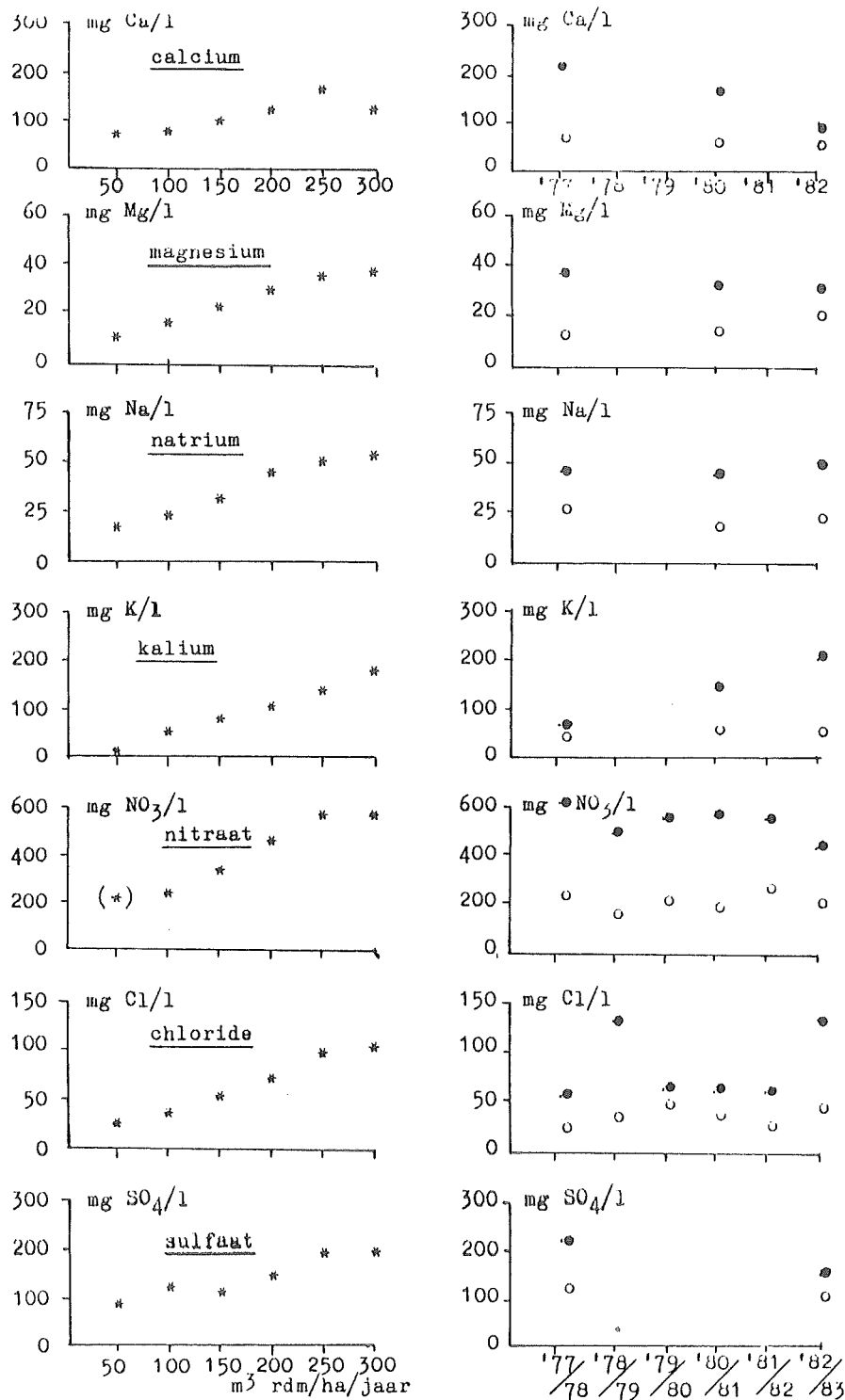
2) geschatte waarden op basis van eiwitgehalte: org. N: S = 10:1

Alle mineralen, die niet worden opgenomen, blijven achter en zullen zich in meer of mindere mate verplaatsen met percolatiewater naar grotere diepte, waarbij het op een diepte van 1,0 m-mv reeds buiten het bereik van de beworteling is. Om deze reden zijn op deze diepte de keramische potjes aangebracht, waarmee het grondwater wordt bemonsterd. In hoofdstuk 4.3. is reeds duidelijk gemaakt, hoe men met behulp van de analyses en de waterbalans kan komen tot de berekening van de uitspoeling. De uitspoeling is berekend en staat voor 2 objecten, te weten het 100 en 250 m³ object weergegeven in tabel 6. Ook in de uitspoeling zijn per element verschillen aan te wijzen. Voor calcium evenals voor sulfaat blijkt dat er meer uitspoelt dan er via drijfmest na aftrek van gewasopname wordt aangevoerd. Dit wijst erop dat de aanwezige kalkvoorraad in de bodem (meestal CaSO₄ en CaCO₃) wordt aangetast, hetgeen op de lange duur zal leiden tot ontkalking van de bodem. Bij andere mineralen is de uitspoeling veel minder dan men op basis van aanvoer minus afvoer zou verwachten. Fosfaat bijvoorbeeld wordt nog volledig

vastgelegd in de bovenste meter van de bodem. Kali wordt gedeeltelijk vastgelegd. Vermoedelijk hangt dat samen met de adsorptie capaciteit van het klei/humus complex. De elementen Mg, Na en Cl vertonen eveneens geen volledige uitspoeling. Met name voor chloride dat als een inert ion wordt beschouwd, vertoont de balans een gat van 30 à 40%, waarbij men de vraag kan stellen welke nauwkeurigheid men aan de berekening van bemesting, gewasopname en uitspoeling toe moet kennen.

Per bemestingsobject is over alle jaren van onderzoek voor alle mineralen de gemiddelde uitspoeling berekend bij een jaarlijks gemiddeld neerslagoverschot van 323 mm. De gevolgen van een toenemende bemesting komen hierin duidelijk naar voren. De resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 6. Tevens staat in figuur 6 het concentratieverloop in de tijd weergegeven voor de objecten 100 en 250 m³/ha/jaar. De gegevens van de afzonderlijke jaren staan in de bijlagen 3 tot en met 8. Bekijken we in figuur 6a het concentratieverloop in samenhang met de bemesting wat nader dan komen we tot de conclusie dat er een duidelijke correlatie is tussen de mestgift en de gehalten in het grondwater. Alleen de objecten 50 m³ en 300 m³ zijn soms afwijkend. Voor het object 50 m³ is dit te verklaren uit de aanvullende stikstofgift (100 kg) met behulp van kunstmest (kalkammonsalpeter). Naast stikstof bevat deze kunstmest ook kalk (vnl. CaCO₃) als vulstof, waardoor niet alleen het N-gehalte maar tevens het Ca-gehalte wordt beïnvloed. De concentraties behorend bij een gift van 300 m³ rdm/ha laten bij nage-noeg alle ionen, behalve bij kalium een lager gehalte zien dan men op basis van een toenemende mestgift zou mogen verwachten (fig. 6).

In hoofdstuk 5.1. is reeds gewezen op de relatief lagere NO₃-uitspoeling bij 300 m³ ten opzichte van 250 m³ en zoals tabel 5 weergeeft is deze afwijking geen toevalstreffer, maar een wetmatigheid, die zich ook bij herhalingsobjecten voordoet. Ook voor de overige kat- en anionen lijkt deze wetmatigheid aanwezig, zoals de resultaten van de bemonstering op 25 mei ons tonen in tabel 7 (zie ook bijlage 8b).



a) Verloop van de gemiddelde concentratie over de periode '77-'83 in samenhang met de drijfmestgift (50 m³: drijfmest + kalkammon)

b) Verloop van de gemiddelde concentratie per seizoen met 100 m³ rdm/ha/jaar (o) 250 m³ " (•)

Fig. 6. Concentraties (mg/l) in het grondwater onder snijmaaisproefvelden met een organische bemesting uitéénlopend van 50 tot 300 m³ rdm/ha op zandgrond

Tabel 7. Kat- en anionenconcentraties (mg/l) in het grondwater bij een bemesting van 250 en 300 m³/ha/jaar

datum:	nov. '82-juni '83	25 mei '83	25 mei '83	25 mei '83
plaats:	blok 3	blok 3	blok 2	blok 1
bemonst. methode:	potjes	boorgat	boorgat	boorgat
object	250 m ³	300 m ³	250 m ³	300 m ³
<u>verbinding:</u>				
Ca	111	69	158	114
Mg	31	28	39	34
Na	50	52	57	60
K	180	192	167	203
Cl	137	115	146	122
SO ₄	< 152	< 184	101	79
			108	117
			115	107
			118	109
			31	23
			49	46
			149	141
			86	93
			107	87

Het concentratieverloop over de verschillende jaren is voor 2 bemestingshoeveelheden, 100 en 250 m³, uitgezet in figuur 6b. Voor de meeste ionen zijn bepalingen verricht over 3 uitspoelingsperioden, voor sulfaat zijn slechts gegevens bekend over 2 onderzoeksjaren (HAMINGA, 1983). Nitraat en chloride zijn tijdens elke uitspoelingsperiode bepaald, zodat verschillen tussen de jaren onderling goed zichtbaar zijn. Voor nitraat zijn de schommelingen, vergeleken met de chloridegehalten, gering. Soms gaan hoge chloridegehalten samen met de laagste nitraatgehalten en andersom. Een oorzaak kan zijn de sterk wisselende samenstelling van de drijfmest, wat met name voor chloride sterker geldt dan voor stikstof (bijlage 1). Tijdens het onderzoek is in een later stadium het chloridegehalte in de drijfmest meebepaald. Afhankelijk van de groei-omstandigheden kan de jaarlijkse N-opname door het gewas in het ene of andere jaar enkele tientallen kg N/ha verschillen (tabel 3). Enerzijds zijn toevoer en opname bepalend voor de minerale stikstof in de bodem aan het begin van het uitspoelingsseizoen anderzijds zijn er bodemprocessen, zoals mineralisatie en denitrificatie die van invloed zijn op de stikstofhuishouding, waardoor van jaar tot jaar verschillen kunnen optreden (figuur 5). Andere ionen, die even als nitraat en chloride enige variatie kennen in het grondwater zijn natrium en magnesium. Mogelijk is dit ook toe te schrijven aan de wisselende samenstelling van de drijfmest. Grote veranderingen in de tijd zien we bij de calcium en kalium-ionen, met name naarmate langdurige grote hoeveelheden zijn toegediend. In de loop van de tijd neemt het calciumgehalte steeds meer af en stijgt het kaliumgehalte. De Ca-aanvoer per 100 m³ rdm/ha is jaarlijks 150 kg/ha. Opname door het gewas is gering, terwijl de uitspoeling, als veeljarig gemiddelde, berekend is op 235 kg Ca/ha. Aanvulling vanuit de bodem van circa 100 kg Ca/ha lijkt reëel. Bij een gift van 250 m³ rdm/ha komt er jaarlijks 200 kg Ca vrij. Enerzijds kan het Ca afkomstig zijn van aanwezige kalk in de bodem dat in oplossing gaat door de inwerking van het zuur-reagerende NO₃ anderzijds kan het vrijkomen van het adsorptiecomplex door de aanwezigheid van een overmaat aan kalium-ionen in de drijfmest, totdat de verhouding van de geadsorbeerde ionen in evenwicht is met de ionsamenstelling in het bodemvocht. Naarmate het bodemcomplex steeds meer verzadigd raakt met K-ionen, zal ook het K-gehalte in het grondwater op den duur gaan stijgen. Onder genoemde omstandigheden zal het

K-gehalte bij een jaarlijkse gift van $250 \text{ m}^3/\text{ha}$ kunnen oplopen tot circa 300 à 350 mg K/l. Over het verloop van het sulfaatgehalte in de tijd is door de beperkte informatie weinig te zeggen. Gelet op de analyses in bijlage 9 lijken de sulfaatgehalten enige mate af te nemen.

6. SAMENVATTING

De gevolgen van drijfmestdoseringen voor de bodem- en grondwaterverontreiniging zijn onderzocht op proefvelden, geclassificeerd als enkeerdgronden met een GHG van 90 cm-mv. De percelen zijn in beheer van het ROC Cranendonck te Maarheeze met als jaarlijks terugkerende teelt snijmais. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met IB en het PR. In de jaren 1973 tot en met 1982 zijn jaarlijkse hoeveelheden runderdrijfmest toegediend, variërend van 50 tot $300 \text{ m}^3/\text{ha}$, steeds oplopend met 50 m^3 . Bij de hoge giften wordt reeds een deel in december uitgereden, het restant in februari en april (tabel 1). Na elke bemesting wordt ernaar gestreeft zo snel mogelijk een bodembewerking toe te passen om daarmee de ammoniak-vervluchtiging tot een minimum te beperken.

Het uitspoelingsonderzoek is begonnen in het najaar van 1977 en is geëindigd in het voorjaar van 1983. De bemonstering heeft plaatsgevonden op een diepte van 1 m-mv met behulp van keramische potjes. Door onderdruk aan te brengen in een daarop aangesloten fles wordt vocht aan de bodem onttrokken (fig. 2) en in de fles verzameld. Het jaarlijkse neerslagoverschot is berekend uit de weergegevens, samengesteld door het KNMI (hfdst. 4.2.). Per jaar kunnen deze hoeveelheden variëren van 285 mm in 1981/'82 tot 415 mm in 1982/'83. De gemiddelde voeding van het grondwater bedroeg 343 mm. De jaarlijkse nitraatuitspoeling (kg N/ha) wordt bekend door de gemiddelde NO_3 -concentratie hiermee te vermenigvuldigen. Naarmate het jaarlijkse neerslagoverschot toeneemt zal eveneens het uitspoelingsniveau hoger komen te liggen. Dit verband is weergegeven in figuur 3A. Aanvankelijk wordt ook het gemiddelde NO_3 -gehalte beïnvloed door de grootte van het neerslagoverschot met name bij de objecten met hoge drijfmestgiften. Naarmate er meer regenwater door de bodem percoleert, zal het verdunningseffect steeds groter worden (zie bijlage 3, 4, 5, 6, 7 en 8). Bij de bewerking van de gegevens op jaarbasis is dit verband er niet duidelijk uitgekomen (fig. 3B),

mede doordat nog andere factoren het nitraatgehalte bepalen zoals de beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de bodem aan het begin van de uitspoelingsperiode en het in meer of mindere mate aanwezig zijn van omstandigheden voor biochemische processen, zoals denitrificatie en mineralisatie.

De grootte van de mestgift is in hoge mate bepalend voor de minerale stikstofvoorraad in de bodem aan het begin van de uitspoelingsperiode (fig. 5). Per m^3 rdm wordt circa 5 kg N op het land gebracht (tabel 2). Het object $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ heeft in de beginperiode een aanvullende stikstofgift ontvangen (100 kg N als kalkammon), waardoor de uitspoeling op het zelfde niveau ligt als het 100 m^3 object (fig. 4). Voor een goede snijmaisopbrengst is een drijfmestgift van 100 m^3 ruim voldoende om te voorzien in de stikstofbehoefte. Van de 500 kg N in 100 m^3 rdm is 50% als mineraal N aanwezig. Door mineralisatie van de organische stof in hetzelfde jaar komt nog eens 25% vrij, waarvan circa 80 kg in het groeiseizoen van de snijmais. Het N-aanbod is dan circa 330 kg N/ha (CAD, 1984). Van de 5 kg die per m^3 wordt toegediend spoelt 1/3 deel uit. Per 100 m^3 komt dat neer op 165 kg N, hetgeen bij een afvoer van 343 mm een concentratie veroorzaakt van circa $50 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ ($= 227 \text{ mg NO}_3/\text{l}$). Bij toenemende drijfmestgiften blijkt dat steeds 1/3 deel van N-gift uitspoelt, met als uitzondering de gift van 300 m^3 , waarvan de uitspoeling op hetzelfde niveau ligt als het 250 m^3 -object (fig. 4). De meest voor de hand liggende reden is een versterkte denitrificatie doordat een deel van de mest (150 m^3) als één gift reeds in het najaar wordt gegeven en waarschijnlijk onder bepaalde weersomstandigheden een aanslag zal doen op de bodemzuurstof. Andere oorzaken die genoemd mogen worden, zijn:

- variatie in samenstelling van de drijfmest;
- spreidingsvariatie over de breedte van het proefveld;
- verschil in neerslagoverschot per proefveldje;
- problemen in de aanloopfase bij de automatisering van analysetechnieken.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt dat de afwijking die optreedt bij het 300 m^3 -object niet toevallig is. Met behulp van de boorgatenmethode zijn in het laatste jaar ook de herhalingsobjecten bemonsterd. Ook hier doet zich bij 300 m^3 het afwijkende gedrag voor (tabel 5).

Naast een overmaat aan stikstof bij een dosering van 100 m^3 , vindt er ook overdosering plaats van andere voedingsstoffen. Het overschot daarvan kan na de oogst van het gewas, uitspoelen of beïnvloed worden door bodemfysische, chemische of biologische processen. In tabel 8 staan voor 2 bemestingshoeveelheden in relatieve waarden weergegeven 1) de gift, 2) de gewasopname, 3) de uitspoeling en 4) de restpost. De gegevens zijn afgeleid van tabel 7.

Bij een gift van 100 m^3 rdm blijkt dat meer dan de helft van alle voedingsstoffen niet direct door het gewas wordt benut. Natrium spant de kroon, het wordt nauwelijks opgenomen en spoelt grotendeels uit. De fosfaatuitspoeling daarentegen is zeer laag, het gehalte in het grondwater ligt op een natuurlijk niveau. Fosfaat wordt nog steeds in de bovengrond geforceerd onder invloed van chemische processen. Van de calcium- en sulfaatverbindingen spoelt meer uit dan men op basis van bemesting en gewasonttrekking zou mogen verwachten. Aanwezige kalkzouten komen in oplossing, mogelijk door de zure werking van nitraat en uitwisseling van Ca met K aan het adsorptiecomplex. Aanvankelijk zijn bij de hoge giften de calcium concentraties in het grondwater hoog en de kaliumconcentraties laag, naarmate de onderzoeksjaren verstrijken wordt dit beeld langzamerhand omgekeerd (fig. 6B).

Het chloridegehalte wordt over het algemeen niet door processen in de bodem beïnvloed, het is een inert-ion. Toch blijkt dat niet alle chloride met het percolatiewater tot afvoer komt.

Tabel 8. Jaarlijkse bemesting, opname, uitspoeling en restpost van voedingsstoffen bij een bemesting van 100 en 250 m³ rdm/ha, weergegeven in procenten van het aanbod via bemesting

Samenstelling runderdrijfmest verbinding (kg/m ³)	100 m ³ rdm/ha				250 m ³ rdm/ha			
	bemest.	opname	uit- spoeling	restpost	bemest.	opname	uit- spoeling	restpost
Ca (1,50)	100	14	156	- 70	100	7	150	- 57
Mg (0,75)	100	20	73	+ 7	100	10	61	+ 29
Na (0,95)	100	< 1	79	+ 20	100	< 1	67	+ 32
K (4,95)	100	37	33	+ 30	100	20	34	+ 46
N (5,20)	100	33	34	+ 33	100	18	34	+ 48
P (0,90)	100	22	< 1	+ 78	100	12	< 1	+ 88
Cl (2,05)	100	15	56	+ 29	100	13	53	+ 34
SO ₄ (2,3)	100	22	159	- 81	100	11	106	- 17

LITERATUUR

CAD VOOR BODEMAANGELEGENHEDEN IN DE LANDBOUW, 1983. Samenstelling dierlijke mest.

DE LA LANDE CREMER, L.C.N., 1981. Fragen der Güllerei im Ackerbau und die Umwelt. 7. Arbeitstagung "Fragen der Güllerei" 29. Sept - 2. Okt. 1981. Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft - Gumpenstein. Österreich.

———, 1983. Persoonlijke mededeling. IB-Haren.

HAMINGA, P., 1982. Schriftelijke mededeling. ICW Wageningen.

KNMI, 1977-1983. Weersgesteldheid. De Bilt.

KRIST, G., 1983. Persoonlijke mededeling. PR Lelystad.

Bijlage 1.

Samenstelling (gew. $^{\circ}/_{oo}$) van de drijfmest per gift (KRIST, 1983) (n.b. = niet bepaald)

Datum toediening	N	P ₂ O ₅ (x0,437=P)	K ₂ O (x0,83=K)	CaO (x0,715=Ca)	MgO (x0,603=Mg)	Na ₂ O (x0,742=Na)	Cl	Droge stof	Org. stof
14-12-1973	6,1	3,1	5,8	2,4	1,4	n.b.	n.b.	105	80
14- 2-1974	4,4	2,0	5,7	1,8	0,9	n.b.	n.b.	79	57
22-04-1974	4,2	2,3	4,6	2,6	1,1	n.b.	n.b.	61	43
30-12-1974	3,9	1,7	3,2	1,3	0,9	0,7	1,0*	72	55
06-02-1975	4,6	2,2	4,5	1,8	1,2	0,9	1,4*	100	78
24-04-1975	5,0	1,7	5,4	1,8	1,0	1,0	1,6*	100	81
16-12-1975	5,0	2,9	4,9	2,7	1,2	1,0	1,6*	128	83
05-02-1976	5,2	1,6	5,0	2,4	1,3	1,1	1,8*	130	97
07-04-1976	5,1	2,3	5,4	2,4	1,3	1,4	1,8*	119	78
22-12-1976	4,9	2,6	4,7	1,1	1,5	0,9	1,4*	156	53
24-02-1977	4,9	2,0	6,1	2,6	1,3	1,0	1,6*	128	37
27-04-1977	4,8	1,8	6,3	2,6	1,2	3,1	4,8*	113	29
15-12-1977	5,5	4,8	6,6	2,5	1,3	1,2	1,9*	120	37
15-02-1978	5,4	2,0	6,5	2,6	1,0	1,1	1,7*	183	30
17-04-1978	5,3	1,9	5,5	2,3	1,2	1,4	2,2	120	37
21-12-1978	5,8	1,9	5,9	1,9	1,1	1,3	2,3	119	86
24-02-1979	5,4	2,1	5,5	1,8	1,2	1,1	1,7	122	99
10-04-1979	5,5	2,0	5,2	2,1	1,2	1,2	1,8	123	97
21-12-1979	4,4	2,0	6,0	2,2	1,3	0,7	1,1	98	58
22-02-1980	5,3	2,1	6,1	1,5	1,2	0,8	1,2	118	99
15-04-1980	5,4	2,2	6,7	2,6	1,6	0,8	1,3	123	94
04-12-1980	5,1	3,4	5,8	1,8	1,8	1,8	2,6	104	75
19-02-1981	5,0	1,8	5,9	2,1	1,6	1,6	2,2	108	82
16-04-1981	5,1	2,0	5,2	2,3	1,1	1,1	1,6	121	98
07-01-1981	5,1	1,8	6,6	1,5	1,0	1,0	2,8	107	80
05-03-1982	5,3	2,0	6,6	1,2	1,1	1,1	2,2	110	82
22-04-1982	5,0	1,9	5,8	1,2	1,1	1,1	2,2	101	79

*Berekend uit Na₂O ($^{\circ}/_{oo}$ Na₂O x 1,6 = $^{\circ}/_{oo}$ Cl)

Bijlage 2

Neerslag (mm), verdamping (mm) en luchttemperatuur ($^{\circ}\text{C}$) tijdens de onderzoeksjaren, weergegeven per decade (neerslag = N, verdamping open water = E_o , gemiddelde luchttemperatuur = T). De neerslag is afkomstig van het KNMI-station Cranendonck, de verdamping van het KNMI-station Eindhoven, en de gemiddelde luchttemperatuur is gemeten op het vliegveld Beek.

	Normaal			1977			1978			1979			1980			1981			1982			1983		
	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T	N	E_o	T
jan. I			1,4	13,7	0	2,5	13,3	2	2,7	10,7	0	-6,1	22,8	0	1,4	45,4	2	2,6	23,7	3	1,5	29,9	3	6,3
II	58,9	3	1,7	17,4	0	0,9	7,6	2	2,6	12,2	0	-3,2	-	0	-4,2	41,3	1	0,6	-	0	-1,3	33,0	7	4,8
III			2,6	17,7	2	5,1	16,4	4	2,9	14,7	1	-0,6	12,4	3	3,1	3,4	1	2,8	22,9	2	3,4	18,6	5	5,7
feb. I			2,4	29,0	4	4,9	20,9	3	0,7	16,2	4	0,8	134,9	6	6,5	15,8	6	5,2	4,5	5	4,7	45,6	4	1,2
II	52,9	15	1,7	17,5	7	6,1	-	4	-3,3	24,2	4	-1,3	3,1	6	4,4	6,4	4	-1,2	5,6	7	4,0	7,1	6	-1,3
III			3,1	31,3	5	4,7	0,6	7	7,9	7,4	3	-0,6	6,0	7	4,3	-	6	-1,5	0,4	6	1,2	8,8	9	2,5
mrt. I			4,2	1,7	16	8,7	6,2	10	5,9	35,1	13	4,6	9,3	10	4,5	37,0	10	7,4	27,1	15	4,8	7,8	11	5,1
II	53,6	45	5,2	12,1	17	8,4	17,4	15	6,2	69,3	12	5,4	14,4	12	4,0	47,3	16	7,2	29,4	18	5,1	15,8	16	7,4
III			6,3	20,5	18	5,3	52,9	18	6,7	34,1	21	5,6	25,2	18	6,4	21,2	25	11,5	4,3	17	6,1	60,2	19	4,7
apr. I			7,1	31,5	20	3,9	-	22	6,8	11,5	19	6,0	30,2	21	5,7	2,5	19	9,7	10,3	26	9,2	28,2	19	6,1
II	52,3	75	8,4	18,9	24	5,3	11,8	21	4,7	4,5	29	9,9	4,0	35	10,5	2,1	34	9,4	4,2	28	6,3	13,7	28	9,5
III			9,1	14,0	32	10,1	19,3	29	10,4	30,8	22	7,3	10,9	23	6,3	4,3	25	6,2	2,9	29	7,8	30,1	26	11,1
mei I			11,5	25,5	26	10,1	16,5	27	12,0	26,3	28	6,5	8,2	39	8,9	22,5	32	10,6	26,1	27	7,5	25,8	29	10,8
II	56,8	111	12,5	16,1	35	11,3	18,8	30	10,1	15,2	38	15,0	-	57	14,1	19,5	40	15,3	11,4	41	15,2	21,5	29	11,3
III			13,0	3,8	59	13,8	2,5	39	14,1	49,9	41	14,8	14,6	38	12,1	27,0	41	14,9	12,3	48	15,5	66,6	28	10,1
juni I			14,8	47,2	35	13,0	12,2	41	17,8	11,8	36	14,7	20,6	38	15,4	10,4	33	16,8	52,5	47	20,2	21,5	45	17,1
II	70,9	123	15,7	36,1	33	15,9	12,1	42	13,8	33,5	36	16,5	8,9	43	16,4	2,8	39	14,7	19,9	34	13,6	0,9	50	14,8
III			16,2	26,2	33	15,2	48,4	32	13,1	16,6	39	15,9	41,2	31	12,3	63,4	34	14,0	31,4	37	15,8	50,3	39	17,6
juli I			17,1	8,6	49	19,4	58,2	26	12,8	4,7	35	15,4	33,1	28	13,9	10,8	41	18,3	16,4	41	18,6	20,4	47	19,8
II	79,1	117	16,8	21,5	38	15,7	5,8	32	14,3	12,7	30	15,9	78,6	26	13,7	4,1	31	16,2	3,5	53	20,5	2,0	52	20,7
III			16,9	29,6	32	15,5	3,6	45	19,0	7,8	38	17,3	104,9	47	18,5	33,2	37	15,9	3,2	38	17,6	25,3	49	20,6
aug. I			17,4	4,1	31	17,1	6,3	27	15,9	29,4	32	16,5	9,3	36	19,2	15,0	30	19,4	7,7	34	19,6			
II	84,5	96	16,9	125,1	22	16,3	13,1	30	16,3	8,1	24	16,3	3,9	26	17,6	15,9	30	16,8	31,4	36	17,5			
III			15,9	35,2	27	15,6	16,6	28	14,0	14,8	29	14,0	9,9	29	14,8	4,3	27	14,8	16,7	28	15,3			
sep. I			15,4	3,7	22	15,1	6,9	21	14,1	17,4	23	17,2	20,6	25	15,2	1,9	26	16,3	7,9	27	16,4			
II	62,6	61	14,0	0,2	18	11,1	4,5	20	13,0	0,2	20	13,8	10,1	23	15,7	19,6	19	15,0	0,2	22	18,3			
III			13,2	0,8	15	12,9	35,5	13	12,4	3,9	18	10,7	3,4	15	14,9	31,3	18	13,8	18,7	20	14,6			
okt. I			12,0	27,1	14	12,4	18,9	10	11,7	12,1	15	14,8	7,4	13	9,6	34,8	16	12,4	58,9	10	12,0			
II	56,9	29	9,8	0,6	8	10,9	2,2	8	10,9	15,3	8	11,8	29,3	7	7,3	42,1	8	7,6	47,6	11	10,9			
III			9,0	0,1	6	12,3	17,8	6	9,6	2,3	11	6,8	18,0	8	9,8	39,7	7	7,2	7,6	8	11,0			
nov. I			7,2	41,4	8	11,5	3,8	2	5,9	54,6	5	7,7	-	4	-0,9	5,2	4	6,4	4,0	8	10,3			
II	71,4	9	5,4	44,0	7	5,8	4,6	4	6,8	7,0	1	3,8	25,3	6	7,7	26,3	4	6,5	36,9	4	7,0			
III			4,6	46,4	2	2,1	13,5	1	3,6	8,4	2	5,3	4,1	5	6,2	34,8	6	6,5	19,7	3	6,0			
dec. I			3,7	13,4	1	2,9	21,4	1	1,3	24,2	6	10,5	21,1	1	-1,2	55,3	1	2,7	4,0	2	4,6			
II	69,1	3	3,1	12,2	0	5,7	26,2	1	3,3	41,3	3	5,2	24,6	2	4,7	15,1	1	-3,0	37,9	3	3,4			
III			2,0	21,6	4	5,8	54,4	1	2,7	24,7	1	1,3	15,1	1	4,8	19,3	1	2,3	20,4	0	2,8			

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 50 ton rdm/ha in de uitspoelingsperiode november 1977 - mei 1978 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	38,7	51,0	42,9	45,2	53,7	50,6	48,0	47,5	47,0
NO ₂ (mg N/l)	-	0,20	0,07	0,04	0,03	0,02	-	0,077	0,072
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	0,33	0,51	0,13	< 0,04	0,35	0,31	-	0,29	0,28
Kjeld.-N (mg N/l)	2,5	1,5	1,1	1,2	1,9	1,7	-	1,64	1,7
totaal-N (mg N/l)	41,5	53,2	44,2	46,5	56,0	52,7	-		
ortho-P (mg P/l)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
tot.-P (mg P/l)	0,05	0,03	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	-	< 0,02	< 0,02
Ca (mg/l)	69	84	74	82	88	80	-	80,4	79,5
Mg (mg/l)	13	14	16	14	15	14	-	14,3	14,3
Na (mg/l)	15	14	15	19	20	14	-	16,3	16,2
K (mg/l)	10	8	8	9	10	8	-	8,8	8,8
HCO ₃ (mg/l)	40	54	40	33	35	31	-	39,2	38,8
SO ₄ (mg/l)	87	76	85	99	100	84	-	87,2	88,5
Cl (mg/l)	17	19	16	18	19	18	15	17,5	17,4
COD (mg O ₂ /l)	50	105	30	40	55	60	-	59,8	56,7
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	56,4	67,0	60,5	61,0	65,0	60,3	65,6	62,8	62,3
zuurgraad (pH)	6,6	6,7	6,8	6,2	6,4	6,6	-	-	6,6
TOC (mg C/l)	33	36	18	13	60	19	15	27,9	27,7
tot. zout (mg/l)	427	502	449	480	532	479	-	482	478

Bijlage 3b

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 100 ton rdm/ha in de uitspoelingsperiode november 1977 - mei 1978 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	52,4	76,2	73,3	70,4	41,4	24,2	29,9	49,09	49,81
NO ₂ (mg N/l)	-	0,02	0,02	0,08	< 0,01	< 0,01	-	0,030	0,028
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	0,09	0,44	0,13	< 0,04	0,06	0,11	-	0,156	0,145
Kjeld.-N (mg N/l)	2,7	1,0	1,2	1,2	2,8	2,4	-	1,85	1,88
totaal-N (mg N/l)	55,2	77,7	74,7	71,7	44,3	26,6	-		
ortho-P (mg P/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
totaal-P (mg P/l)	< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	-	0,012	< 0,012
Ca (mg/l)	75	86	92	102	70	44	-	78,4	78,2
Mg (mg/l)	16	16	16	16	12	8	-	14,0	14,0
Na (mg/l)	25	24	29	46	28	10	-	27,4	27,0
K (mg/l)	45	50	50	50	42	30	-	44,5	44,5
HCO ₃ (mg/l)	28	37	24	31	28	22	-	29,0	28,3
SO ₄ (mg/l)	101	152	120	158	143	66	-	126,4	123,3
Cl (mg/l)	39	24	19	16	19	15	13	20,19	20,70
COD (mg O ₂ /l)	55	75	30	65	85	75	-	66,9	64,2
TOC (mg C/l)	35	30	18	17	22	33	21	25,1	25,1
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	81,7	86,5	87,5	90,5	64,0	45,0	47,8	71,4	71,9
zuurgraad (pH)	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	-	-	6,3
tot. zout (mg/l)	567	736	683	739	530	305	-	599	594

Bijlage 3c

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 150 ton rdm/ha in de uitspoelingsperiode 77/78 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	83,6	88,9	107,8	83,6	67,3	72,6	36,7	75,59	77,22
NO ₂ (mg N/l)	-	0,12	0,06	0,02	0,05	0,01	-	0,054	0,052
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	0,05	0,17	0,13	< 0,04	0,44	0,08	-	0,15	0,15
Kjeld.-N (mg N/l)	2,7	1,7	1,6	1,5	5,0	1,8	-	2,38	2,38
totaal-N (mg N/l)	86,4	90,9	109,6	85,2	72,8	74,5	-		
ortho-P (mg P/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
totaal-P (mg P/l)	< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,012	< 0,012
Ca (mg/l)	105	102	115	115	100	94	-	104,8	105,2
Mg (mg/l)	23	20	25	20	20	19	-	20,8	21,2
Na (mg/l)	32	30	39	49	36	24	-	35,1	35,0
K (mg/l)	55	64	80	48	60	39	-	56,5	57,7
HCO ₃ (mg/l)	21	35	24	28	27	24	-	27,2	26,4
SO ₄ (mg/l)	128	114	141	123	142	130	-	128,3	129,7
Cl (mg/l)	43	39	28	51	23	18	16	30,45	31,10
COD (mg O ₂ /l)	70	90	70	75	190	85	-	98,5	96,7
TOC (mg C/l)	37	42	29	19	58	30	70	41,3	40,7
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	100,7	106,7	113,9	102,0	90,0	83,3	58,0	92,5	93,5
zuurgraad (pH)	6,1	6,3	6,2	6,2	6,9	6,3	-	-	6,3
tot. zout (mg/l)	787	809	942	814	698	678	-	781	788

Bijlage 3d

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 200 ton rdm/ha in de uitspoelingsperiode 77/78 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	130,0	115,3	104,5	88,0	66,9	37,8	40,0	81,51	83,19
NO ₂ (mg N/l)	-	0,02	0,06	0,09	< 0,01	< 0,01	-	0,037	0,038
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	0,25	0,56	0,10	< 0,04	0,13	0,14	-	0,22	0,20
Kjeld.-N (mg N/l)	2,6	1,6	1,6	1,6	3,0	2,4	-	2,12	2,10
totaal-N (mg N/l)	132,9	117,5	106,3	89,7	70,0	38,3	-		
ortho-P (mg P/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
totaal-P (mg P/l)	< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,012	< 0,012
Ca (mg/l)	185	155	125	125	100	62	-	124,5	125,3
Mg (mg/l)	35	33	31	25	20	14	-	26,0	26,3
Na (mg/l)	45	38	37	41	38	18	-	36,1	36,2
K (mg/l)	25	36	46	45	34	34	-	36,7	36,7
HCO ₃ (mg/l)	18	22	29	23	27	22	-	23,3	23,5
SO ₄ (mg/l)	144	146	144	162	157	125	-	146,9	146,3
Cl (mg/l)	68	38	28	28	27	24	30	34,01	34,70
COD (mg O ₂ /l)	80	100	50	90	70	100	-	84,4	81,7
TOC (mg C/l)	37	44	26	31	30	35	31	36,1	33,4
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	143,4	134,5	113,9	104,5	87,5	62,2	65,8	100,6	101,7
zuurgraad (pH)	6,0	5,9	6,2	6,1	5,8	6,0	-	-	6,0
tot. zout (mg/l)	1111	993	915	849	707	471	-	834	841

Bijlage 3e

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 250 ton rdm/ha in de periode 77/78 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	176,0	198,0	170,5	138,6	128,5	88,0	86,9	139,70	140,92
NO ₂ (mg N/l)	-	0,06	0,05	0,04	< 0,01	< 0,01	-	0,034	0,034
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	0,15	0,54	< 0,04	< 0,04	0,23	0,12	-	0,21	0,19
Kjeld.-N (mg N/l)	2,5	1,8	1,0	1,6	2,7	1,6	-	1,89	1,86
totaal-N (mg N/l)	178,7	200,4	171,6	140,3	131,4	89,7	-		
ortho-P (mg P/l)	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,011	< 0,012
totaal-P (mg P/l)	0,05	0,04	< 0,01	0,03	< 0,01	0,01	-	< 0,026	0,025
Cu (mg/l)	220	275	230	243	204	144	-	221,5	219,3
Mg (mg/l)	40	48	41	35	37	22	-	37,2	37,2
Na (mg/l)	60	66	68	35	66	42	-	55,2	56,2
K (mg/l)	69	54	56	37	48	40	-	49,5	50,7
HCO ₃ (mg/l)	32	73	59	84	66	43	-	61,6	59,5
SO ₄ (mg/l)	185	207	225	272	247	201	-	224,7	222,8
Cl (mg/l)	92	77	61	37	44	35	34	53,0	54,2
COD (mg O ₂ /l)	75	75	45	85	65	90	-	74,4	72,5
TOC (mg C/l)	40	36	28	21	35	29	36	32,1	32,1
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	192,7	228,0	186,2	162,0	149,0	111,7	123,9	164,3	164,6
zuurgraad (pH)	6,2	6,4	6,6	6,2	6,1	6,1	-	-	6,3
tot. zout (mg/l)	1498	1701	1515	1372	1296	927	-	1386	1385

Bijlage 3f

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij een bemesting van 300 ton rdm/ha in de periode 77/78 (afvoer 330 mm)

Bepaling	Bemonsteringsdatum							Gemiddeld	
	15/11/77	2/12/77	3/1/78	1/2/78	8/3/78	5/4/78	3/5/78	gewo- gen	reken- kundig
NO ₃ (mg N/l)	189,2	132,4	105,6	105,6	105,2	77,0	66,2	109,75	111,60
NO ₂ (mg N/l)	-	0,3	0,13	0,15	0,06	< 0,01	-	0,138	0,108
NH ₄ -anorg. (mg N/l)	< 0,04	0,29	< 0,04	< 0,04	0,08	< 0,04	-	0,09	0,088
Kjeld.-N (mg N/l)	2,8	2,0	2,6	3,0	2,8	2,7	-	2,63	2,65
totaal-N (mg N/l)	192,0	135,0	108,4	108,8	108,1	79,8	-		
ortho-P (mg P/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
totaal-P (mg P/l)	< 0,01	0,05	< 0,01	0,04	< 0,01	0,05	-	< 0,031	< 0,028
Cu (mg/l)	230	170	125	135	120	86	-	143,4	144,3
Mg (mg/l)	45	36	25	20	23	18	-	27,5	27,8
Na (mg/l)	80	56	51	53	60	38	-	55,8	56,3
K (mg/l)	110	104	88	100	98	100	-	100,5	100,0
HCO ₃ (mg/l)	29	52	55	60	56	27	-	47,2	46,5
SO ₄ (mg/l)	212	251	195	199	157	159	-	197,1	195,5
Cl (mg/l)	93	56	28	26	32	27	25	40,13	41,0
COD (mg O ₂ /l)	70	110	75	130	100	115	-	103,5	100,0
TOC (mg C/l)	35	42	49	39	42	44	52	43,2	43,3
gel.verm. (mmho/m bij 20°C)	202,0	171,0	122,0	125,0	121,0	102,4	97,4	133,6	134,4
zuurgraad (pH)	6,1	6,2	6,3	6,2	6,0	5,9	-		6,1
tot. zout (mg/l)	1659	1328	1047	1074	1025	805	-	1150	1156

Bijlage 4.

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij verschillende drijfmestgiftten tijdens de winterperiode 78/79 (afvoer 350 mm)

	Bemonsteringsdatum					Gemiddeld	
	5/12/78	5/2/79	23/3/79	8/5/79	12/6/79	reken- kundig	gewo- gen
<u>50 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	52,1	72,6	45,5	37,0	26,2	46,7	47,9
Cl (mg/l)	15	31	17	20	15	19,6	-
EC (mmho/m, 20°C)	54	80	65	48	40	-	
<u>100 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	105,6	82,7	28,6	17,2	13,6	49,5	40,8
Cl (mg/l)	90	44	16	11	4	33,0	-
EC (mmho/m, 20°C)	82	91	54	30	28	-	
<u>150 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	91,1	143,9	78,3	25,7	24,9	72,8	70,8
Cl (mg/l)	98	80	36	14	15	48,6	-
EC (mmho/m, 20°C)	95	146	103	63	52	-	
<u>200 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	59,4	178,2	69,7	45,5	30,8	76,7	74,2
Cl (mg/l)	80	97	73	66	42	71,6	-
EC (mmho/m, 20°C)	72	177	108	97	63	-	
<u>250 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	60,5	175,1	106,9	113,9	101,4	111,6	114,2
Cl (mg/l)	95	177	119	132	122	129,0	-
EC (mmho/m, 20°C)	95	208	151	158	133	-	
<u>300 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	54,3	278,3	182,4	77,9	38,7	126,3	126,3
Cl (mg/l)	218	244	128	101	74	153	-
EC (mmho/m, 20°C)	91	303	223	146	100	-	

Bijlage 5

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij verschillende drijfmestgiftten tijdens de winter 79/80 (afvoer 294. mm)

	Bemonsteringsdatum				Gemiddeld
	3/1/80	4/2/80	26/3/80	23/4/80	(rekenkundig)
<u>50 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	35,0	55,0	41,8	35,0	41,7
Cl (mg/l)	18	25	19	19	20,3
EC (mmho/m, 20°C)	50	52	50	-	-
<u>100 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	93,5	57,2	24,6	18,7	48,5
Cl (mg/l)	18	21	57	86	45,5
EC (mmho/m, 20°C)	102	68	42	-	-
<u>150 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	105,2	50,6	31,9	18,9	51,7
Cl (mg/l)	90	90	16	10	51,5
EC (mmho/m, 20°C)	125	70	32	-	-
<u>200 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	128,7	132,0	62,7	59,2	95,7
Cl (mg/l)	64	67	58	62	62,8
EC (mmho/m, 20°C)	146,1	122	89	-	-
<u>250 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	163,7	143,0	115,5	93,5	128,9
Cl (mg/l)	89	55	51	70	66,3
EC (mmho/m, 20°C)	57	154	123	-	-
<u>300 ton rdm</u>					
NO ₃ -N (mg/l)	151,8	220,0	116,6	72,2	140,2
Cl (mg/l)	96	97	92	77	90,5
EC (mmho/m, 20°C)	167	212	172	-	-

Bijlage 6a

Chemische samenstelling van het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij verschillende
drijfmestgiftten (mei 1980 - mei 1981) Afvoer 385 mm

	Bemonsteringsdatum						Gemiddeld
	21/7/80	19/8/80	16/12/80	3/1/81	17/2/81	12/3/81	(rekenkundig)
<u>50 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	21,0	28,9	41,8	39,6	45,1	43,3	36,7
Cl (mg/l)	27	9	16	27	18	21	20
EC (mmho/m, 20°C)	33	35	43	56	39	45	-
<u>100 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	63,4	55,0	51,5	39,6	42,0	29,3	46,8
Cl (mg/l)	46	30	28	34	46	20	34
EC (mmho/m, 20°C)	66	56	65	76	41	40	-
<u>150 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	140,8	75,2	181,5	53,2	42,7	36,3	88,2
Cl (mg/l)	102	43	85	60	19	15	54
EC (mmho/m, 20°C)	135	74	160	216	41	43	-
<u>200 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	77,2	168,5	186,1	174,7	126,9	79,9	135,6
Cl (mg/l)	71	73	96	69	62	46	70
EC (mmho/m, 20°C)	90	154	203	190	77	78	-
<u>250 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	104,3	121,9	138,9	137,3	147,2	142,8	132,1
Cl (mg/l)	64	60	67	53	60	63	61
EC (mmho/m, 20°C)	122	118	153	174	83	119	-
<u>300 ton rdm</u>							
NO ₃ -N (mg/l)	57,9	152,7	253,9	102,1	197,6	189,4	158,9
Cl (mg/l)	74	108	92	27	65	84	75
EC (mmho/m, 20°C)	143	144	262	115	110	156	-

Bijlage 6b

Kat- en anionen in het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv bij verschillende drijfmestgiftten in de periode december 80 - maart 81
(afvoer 285 mm)

	Bemonsteringsdatum				Gemiddelde
	16/12/80	3/1/81	17/2/81	12/3/81	(rekenkundig)
<u>50 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	55,1	65,9	70,0	70,6	65,4
Mg (mg/l)	11,6	14,3	15,3	15,4	14,2
Na (mg/l)	10,1	10,3	10,5	10,7	10,4
K (mg/l)	10,5	11,3	11,6	12,5	11,5
<u>100 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	67,6	78,9	68,2	50,4	66,3
Mg (mg/l)	15,8	18,7	16,7	11,8	15,8
Na (mg/l)	11,7	15,5	25,6	12,5	16,3
K (mg/l)	43,6	46,8	41,6	38,0	42,5
<u>150 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	272,8	127,5	59,3	51,6	127,8
Mg (mg/l)	68,7	31,8	15,4	12,8	32,2
Na (mg/l)	49,0	30,4	18,0	15,4	28,2
K (mg/l)	88,5	79,4	50,3	47,4	66,4
<u>200 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	217,6	196,9	148,2	93,1	164,0
Mg (mg/l)	59,2	53,6	43,0	25,6	45,4
Na (mg/l)	47,3	47,4	41,6	29,2	41,4
K (mg/l)	125,4	128,2	126,5	109,5	122,4
<u>250 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	157,1	160,7	158,9	154,8	157,9
Mg (mg/l)	33,3	38,0	36,7	35,3	35,8
Na (mg/l)	43,2	40,9	43,2	41,8	42,3
K (mg/l)	135,2	151,1	144,3	144,1	143,7
<u>300 ton rdm</u>					
Ca (mg/l)	212,9	171,9	166,0	168,4	179,8
Mg (mg/l)	65,4	56,5	55,6	56,9	58,6
Na (mg/l)	60,2	47,8	48,6	51,9	52,1
K (mg/l)	289,0	247,7	247,7	254,5	259,7

Bijlage 7

Enkele analyses (nitraat, chloride en geleidingsvermogen) in het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv en bij verschillende drijfmestgiftten tijdens de winter 81/82 (afvoer 285 mm)

	Bemonsteringsdatum			Gemiddelde
	1/12/81	5/1/82	31/3/82	(rekenkundig)
<u>50 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	48,8	71,7	44,0	54,8
Cl (mg/l)	22	30	20	24,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	60	
<u>100 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	97,5	65,1	27,7	63,4
Cl (mg/l)	41	28	8	26,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	43	
<u>150 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	147,8	102,3	34,5	94,9
Cl (mg/l)	84	53	14	50,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	55	
<u>200 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	166,8	132,0	76,6	125,1
Cl (mg/l)	62	65	35	54,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	118	
<u>250 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	169,2	129,1	104,3	134,2
Cl (mg/l)	76	60	52	62,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	146	
<u>300 ton rdm</u>				
NO ₃ -N (mg/l)	143,4	182,4	85,1	137,0
Cl (mg/l)	80	94	35	67,0
EC (mmho/m, 20°C)	-	-	144	

Bijlage 8a

Enkele analyses (nitraat, chloride en geleidingsvermogen) in het grondwater op een diepte van 1,0 m-mv en bij verschillende drijfmestgiftten tijdens de winter en voorjaarsperiode 82/83 (Afvoer 415 mm)

	Bemonsteringsdatum								Gemiddeld
	25/11/82	28/12/82	26/1/83	23/2/83	24/3/83	27/4/83	25/5/83	22/6/83	(rekenkundig)
<u>50 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	47,7	55,7	58,5	40,7	46,0	32,6	31,7	32,6	43,2
Cl (mg/l)	38	65	-	-	-	-	17	11	40
EC (mmho/m, 20°C)	57	78	70	68	72	49	-	28	-
<u>100 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	90,9	61,2	60,3	75,5	36,7	21,8	24,2	30,6	50,2
Cl (mg/l)	95	125	-	-	-	-	15	12	47
EC (mmho/m, 20°C)	106	160	117	74	88	38	-	26	-
<u>150 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	130,0	56,5	105,2	70,8	37,6	28,2	29,3	30,4	61,0
Cl (mg/l)	129	112	-	-	-	-	9	11	57
EC (mmho/m, 20°C)	164	164	146	76	68	60	-	26	-
<u>200 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	120,6	86,0	166,5	93,7	90,9	48,2	42,9	45,3	86,8
Cl (mg/l)	183	205	-	-	-	-	19	18	94
EC (mmho/m, 20°C)	164	240	204	130	146	78	-	42	-
<u>250 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	110,9	83,1	183,7	146,3	142,4	26,8	56,3	53,7	100,2
Cl (mg/l)	209	230	-	-	-	-	44	28	137
EC (mmho/m, 20°C)	184	242	222	178	214	122	-	116	-
<u>300 ton rdm</u>									
NO ₃ -N (mg/l)	60,3	61,2	145,4	118,6	100,5	51,0	42,0	35,4	76,8
Cl (mg/l)	175	240	-	-	-	-	27	28	115
EC (mmho/m, 20°C)	128	216	211	168	184	98	-	84	-

Bijlage 8b

Kat- en anionen concentraties (mg/l), gemeten op 1 m-mv en tevens met behulp van de boorgatenmethode (seizoen 82/83: afvoer 415 mm)

Bemestings- object	Verbinding	Keramisch potjes op 1 m-mv in blok 3				Boorgatenmethode (mei 1983)			
		nov. 82- april 83	mei 83	juni 83	gemiddeld blok 3	blok 1	blok 2	blok 3	gemiddeld (rekenkundig)
50 ton	Ca (mg/l)	73,0	64,7	45,3	66,4	-	-	-	-
	Mg (mg/l)	15,9	9,3	10,9	14,4	-	-	-	-
	Na (mg/l)	14,8	12,9	14,3	14,5	-	-	-	-
	K (mg/l)	15,0	14,6	10,9	14,4	-	-	-	-
	SO ₄ (mg/l)	62,0	-	-	-	-	-	-	-
100 ton	Ca (mg/l)	82,4	29,8	27,2	68,9	99,2	84,5	56,1	79,9
	Mg (mg/l)	18,6	6,2	6,1	20,1	8,6	14,2	12,3	11,7
	Na (mg/l)	24,9	14,8	15,4	22,5	25,9	21,9	19,0	22,3
	K (mg/l)	65,3	45,0	38,0	59,4	(5,6)	31,8	42,6	37,2
	SO ₄ (mg/l)	101,0	-	-	-	89,7	70,3	89,0	83,0
150 ton	Ca (mg/l)	84,4	21,7	23,3	66,7	-	-	-	-
	Mg (mg/l)	20,3	4,9	5,8	16,6	-	-	-	-
	Na (mg/l)	31,4	15,1	18,0	27,6	-	-	-	-
	K (mg/l)	99,4	73,9	61,4	91,4	-	-	-	-
	SO ₄ (mg/l)	87,0	-	-	-	-	-	-	-
200 ton	Ca (mg/l)	108,9	34,7	39,2	90,9	114,2	113,7	121,6	116,5
	Mg (mg/l)	30,7	9,4	10,9	25,6	22,3	25,5	28,6	25,5
	Na (mg/l)	50,9	24,2	27,7	44,7	38,0	41,5	44,2	41,2
	K (mg/l)	159,8	103,4	91,9	144,2	81,8	111,3	106,8	99,9
	SO ₄ (mg/l)	146,0	-	-	-	62,8	81,1	142,0	95,3
250 ton	Ca (mg/l)	127,3	54,4	72,6	111,4	115,4	148,9	157,7	140,7
	Mg (mg/l)	36,0	14,9	18,6	31,2	30,7	37,1	39,0	35,6
	Na (mg/l)	54,6	32,9	40,5	50,1	48,8	61,3	57,1	55,7
	K (mg/l)	193,3	119,7	136,3	180,4	148,5	182,4	166,6	165,8
	SO ₄ (mg/l)	152,0	-	-	-	107,0	108,6	101,0	105,5
300 ton	Ca (mg/l)	81,5	28,0	34,7	69,0	108,5	117,5	113,9	113,3
	Mg (mg/l)	33,6	10,8	13,9	28,3	22,9	27,6	34,2	28,2
	Na (mg/l)	57,7	32,0	37,0	51,9	46,4	58,5	60,1	55,0
	K (mg/l)	209,7	144,7	133,7	192,1	140,6	193,6	202,6	178,9
	SO ₄ (mg/l)	184,0	-	-	-	86,6	117,4	79,0	94,3

Bijlage 9

Kat- en anionen gehalten (mg/l) in het percolatiewater als rekenkundig gemiddelde per seizoen en als gewogen gemiddelde over de meetjaren

Verbinding	rdm gift	Bemonsteringsseizoen			Gewogen gemiddelde
		77/78 ¹⁾	80/81 ²⁾	82/83 ³⁾	
calcium	50 m ³ /ha	79,5	65,4	66,4	70,5
	100 m ³ /ha	78,2	66,3	68,9	71,3
	150 m ³ /ha	105,2	127,8	66,7	95,0
	200 m ³ /ha	125,3	164,0	90,9	120,8
	250 m ³ /ha	219,3	157,9	111,4	158,9
	300 m ³ /ha	144,3	179,8	69,0	122,0
magnesium	50 m ³ /ha	14,3	14,2	14,4	14,3
	100 m ³ /ha	14,0	15,8	20,1	17,0
	150 m ³ /ha	21,2	32,2	16,6	22,1
	200 m ³ /ha	26,3	45,4	25,6	30,9
	250 m ³ /ha	37,2	35,8	31,2	34,4
	300 m ³ /ha	27,8	58,6	28,3	35,8
natrium	50 m ³ /ha	16,2	10,4	14,5	14,0
	100 m ³ /ha	27,0	16,3	22,5	22,4
	150 m ³ /ha	35,0	28,2	27,6	30,2
	200 m ³ /ha	36,2	41,4	44,7	41,1
	250 m ³ /ha	56,2	42,3	50,1	50,1
	300 m ³ /ha	56,3	52,1	51,9	53,4
kalium	50 m ³ /ha	8,8	11,5	14,4	11,8
	100 m ³ /ha	44,5	42,5	59,4	50,2
	150 m ³ /ha	57,7	66,4	91,4	73,9
	200 m ³ /ha	36,2	122,4	144,2	103,0
	250 m ³ /ha	50,7	143,7	180,4	128,8
	300 m ³ /ha	100,0	259,7	192,1	178,9
sulfaat	50 m ³ /ha	88,5	-	62,0	73,7
	100 m ³ /ha	123,3	-	101,0	110,9
	150 m ³ /ha	129,7	-	87,0	105,9
	200 m ³ /ha	146,3	-	146,0	146,1
	250 m ³ /ha	222,8	-	152,0	183,4
	300 m ³ /ha	195,5	-	184,0	189,1

1) Afvoer 330 mm

2) Afvoer 284 mm

3) Afvoer 415 mm

